

МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТОРФОВ И ТОРФЯНЫХ ВОД ОБСКОГО, ТАГАНСКОГО И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВАСЮГАНСКОГО ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Н. М. РАССКАЗОВ, Р. С. СОЛОДОВНИКОВА, М. Р. ГОЛОВИНА

Изучение микрокомпонентного состава торфов и торфяных вод Томской области проводится Томским политехническим институтом и институтом «Гипроторфразведка» с целью выяснения процесса формирования торфяных месторождений.

Результаты этих исследований могут использоваться для различных практических целей, в том числе оценки бальнеологических свойств вод, торфов, использования последних в качестве минеральных удобрений, а также для решения вопросов о генезисе торфяных месторождений и условиях их освоения.

В процессе полевых работ проводились гидрогеологические наблюдения, изучался химический состав вод и отбирались пробы воды и торфа на различные виды определения в южной, восточной и северной частях Васюганского, а также Обского, Малого и Большого Таганского месторождений. Одновременно исследовался состав атмосферных осадков.

В торфах и водах определялось как общее содержание микрокомпонентов, так и количества их, усвояемые растениями (по методике Я. В. Пейве).

Различные типы торфяных месторождений неравноценны по величине рН, что оказывает решающее влияние на миграцию химических элементов. Как правило, верховые массивы характеризуются кислой средой (рН до 3,5), низинные — слабокислой, нейтральной и слабощелочной (табл. 1). Как показывают исследования Т. В. Дроздовой (1964) и других авторов, щелочно-кислотные свойства торфов и торфяных вод зависят главным образом от типа содержащихся в них органических кислот и их соединений (гуминовых и фульвокислот). Содержащиеся в водах болот микрокомпоненты образуют с ними различные металлоорганические соединения, переход которых в раствор в значительной степени зависит от величины рН.

Экспериментальные работы, проведенные в проблемной геологической лаборатории ТПИ, показали, что с гуминовыми кислотами активно образуют комплексные соединения медь, свинец, цирконий, бериллий, хром и менее активно — цинк, кобальт, никель, серебро. На основании этих же работ можно заключить, что для многих металлоорганических соединений характерно увеличение растворимости с ростом рН растворов.

Большое значение для рассматриваемого вопроса имеет изучение широко распространенных в торфяниках гелей железа, так как послед-

ние несут на своей поверхности большой комплекс микрокомпонентов (марганец, кобальт, никель и др.). Последние осаждаются гелями трехвалентного железа при попадании природных вод в окислительную обстановку.

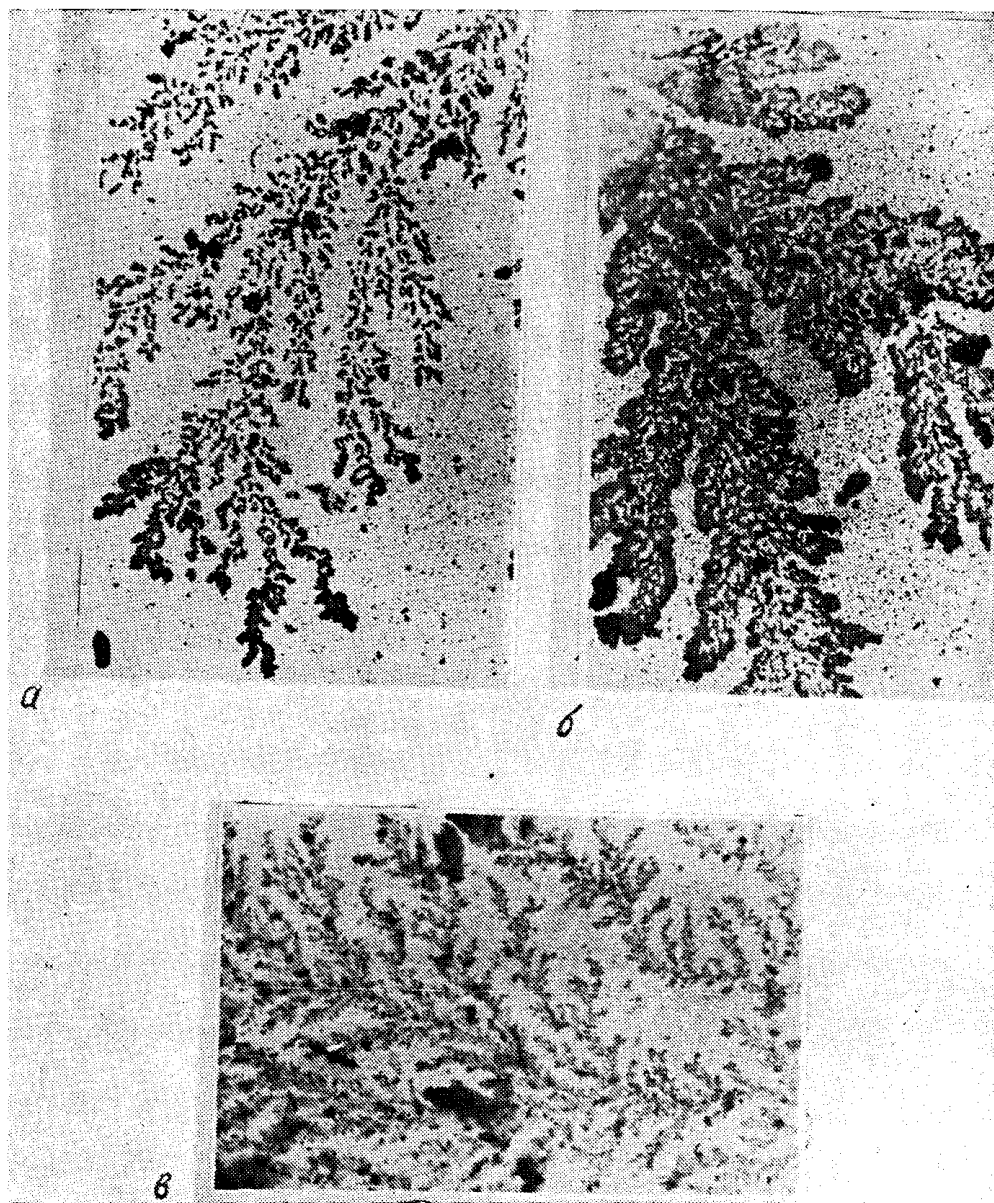


Рис. 1. Электронные микрофотографии природных гуматов и гумата марганца (для сравнения): а, б — гуматы марганца, выделенные из травертин низинного болота г. Томска; в — синтезированный гумат марганца

Кроме того, в низинных болотах района г. Томска нередко встречаются травертины, которые также обогащены микрокомпонентами. Здесь, кроме кальция, содержатся в повышенных количествах необходимые растениям молибден, марганец и фосфор. При исследовании томских травертин в них обнаружены природные гуминовые соединения металлов, представленные частично на фото (рис. 1).

Сравнивая снимки природных гуматов металлов, выделенных из травертин, со снимками синтезированных гуматов металлов, можно

отнести их к гумату марганца (рис. 1, в). Но поскольку в травертинах присутствует еще и железо в значительном количестве, которое при взаимодействии с гуминовыми кислотами образует гумат железа черного цвета с характерными плотными очертаниями листовидной формы, то снимки природных гуматов имеют форму частичек гумата марганца более темного цвета. Электронномикроскопические снимки гуматов многих металлов напоминают по форме расположения частичек дендриты коллоидного происхождения.

Изучение особенностей миграции элементов и определение содержания их в торфах производилось на различных типах торфяных массивов.

В районе г. Томска в 1963 г. с этой целью Б. И. Шестаковым и Л. А. Скрипальщиковой было обследовано М. Таганское болото. В 1965 г. нами начато изучение микрокомпонентов в водах и торфах Б. Таганского низинного месторождения. По химическому составу воды месторождений гидрокарбонатно-кальциевые с общей минерализацией около 160 мг/л; рН изменяется в пределах от 5,2 до 7,6. В воде обнаружен значительный комплекс микрокомпонентов, среди которых преобладают марганец и цинк (табл. 1).

В торфах М. Таганского месторождения большинство микрокомпонентов обнаружено в количествах тысячных и десятитысячных долей процента (табл. 1). Исключением является марганец, среднее содержание которого составляет $\sim 0,1\%$.

Для этого месторождения была проанализирована зависимость содержаний микрокомпонентов от типа торфа и степени его разложения. Наиболее заметно проявляется влияние степени разложения (табл. 2). С увеличением разложения возрастает встречаемость, т. е. растет общее среднее содержание никеля, хрома, бария, стронция, циркония. Объяснить это можно, по-видимому, ростом дисперсности и сорбционной способности торфов с возрастанием степени разложения. При этом изменяется содержание гуминовых и фульвокислот, образующих с микрокомпонентами различные металлоорганические соединения. В настоящее время исследование этого вопроса продолжается.

По одному профилю на Б. Таганском месторождении были отобраны на различных глубинах пробы торфа для определения количеств микрокомпонентов, усвояемых растениями.

В анализируемых пробах обнаружены медь, цинк, марганец. Из результатов анализа видно, что содержание марганца повышено и изменяется от $4 \cdot 10^{-2}$ до $8 \cdot 10^{-3}$, содержание меди и цинка незначительно и колеблется в пределах от $1,8 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-5}\%$ (табл. 3, Б. Таганское болото).

Содержание микрокомпонентов определялось также в водах и торфах Обского низинного месторождения.

По общему химическому составу воды здесь гидрокарбонатно-кальциевые с общей минерализацией около 280 мг/л; по величине рН — нейтральные и слабощелочные; очень редко — слабокислые (табл. 1).

В составе торфов установлены значительные содержания кальция (около 10%); из микрокомпонентов в повышенных количествах обнаружены марганец ($> 1\%$), барий ($\sim 1\%$) и стронций ($\sim 0,2\%$). При этом в водах этого месторождения, в отличие от торфов, данные элементы обнаружены в меньших количествах, чем в водах других описываемых месторождений. Наряду с этим они содержат значительные количества титана, никеля, кобальта, ванадия. Возможно, что обогащение торфов марганцем, стронцием, барием вызвано наличием повышенных содержаний гелей железа, особенностями щелочно-кислотной обстановки и питания болота.

Средний химический состав торфов и вод некоторых болотных массивов Западной Сибири

Тип место- рождений и его местопо- ложение	Юго-восточная часть Васюганья								Обское низинное болото (пойменное)				Малое Таганское болото (низинное, долины р. Томь и р. Черная)				
	верховое болото				низинное болото				среднее содержание				среднее содержание				
	среднее содержание			коэф. мигра- ции по Удо- дову	среднее содержание			коэф. мигр. по Удодову	в водах 8 ана- лиз	в торфе 10 ана- лиз	в торфе, усвоем. расте- ниями	коэф. мигра- ции по Удодову	в водах 15 ана- лиз	в торфе 40 ана- лиз	в торфе, усвоем. расте- ниями	Коеф. мигра- ции по Удо- дову	
	в водах 4 ана- лиза	в торфе 5 ана- лиз	в тор- фах, усвоем- ые рас- тениями		в водах 9 ана- лиз	в торфе 19 ана- лиз.	в тор- фах, ус- воем. растен.										в водах 8 ана- лиз
рН	4,3	от 3,5 до 4,3			6,5	от 6,0 до 8,6			7,1	от 6,6 до 7,7			6,6	от 5,2 до 7,6			
Окисляемость в мг на литр O ₂	55,0				23,0				—				28,0				
CO ₂ мг/л	30,0				20,0				26,0				20,0				
Макрокомпоненты в мг/л	NH ₄	3,2				1,5				1,0				0,3			
	HCO ₃	7,0				82,0				338,0				189			
	Cl	4,3				7,0				5,8				2,5			
	Ca	5,2	~2,0		2,5	17,5	2,1	8,3	51,5	10,0		2,5	35,3				
	Mg	1,8				8,0				39,3				13,7			
	Na+K	н/обн.				3,0				2,7				—			
Общая минера- лизация в мг/л	18,0				76,0				276,0				162,0				
Микрокомпоненты	Zr	н/опр.	0,0184	н/опр.	—	н/опр.	0,006	н/опр.	—	н/опр.	н/обн.	н/опр.	—	н/опр.	0,007	н/опр.	—
	Rb	2,5	0,0007	н/опр.	3,6	5,2	н/обн.	н/опр.	—	0,3	н/обн.	н/опр.	—	0,36	0,0005	н/опр.	0,7
	Cu	1,5	0,007	0,0004	1,5	1,1	0,0008	0,0003	1,3	1,8	0,0003	0,00016	6,0	1,1	0,0015	н/опр.	0,73
	Zn	2,75	н/обн.	0,0002	—	2,6	н/обн.	0,0002	—	1,25	н/обн.	0,00012	—	18,0	н/обн.	н/опр.	—
	Ag	0,0023	н/обн.	н/опр.	—	0,0216	н/обн.	н/опр.	—	0,03	н/обн.	н/опр.	—	0,19	н/обн.	н/опр.	—
	Ni	0,425	0,0008	н/опр.	0,53	0,35	0,0009	н/опр.	0,4	1,4	0,00055	н/опр.	2,5	0,08	0,0007	н/опр.	0,9
	Cr	3,2	н/обн.	н/опр.	—	3,4	0,0007	н/опр.	4,3	3,6	н/обн.	н/опр.	—	0,22	0,0012	н/опр.	0,18
	Mn	50,0	0,17	0,0193	0,3	181	0,24	0,0160	0,75	16,3	1,0	0,011	0,008	47,0	0,0963	н/опр.	0,49
	Ti	0,6	0,05	н/опр.	0,012	1,1	0,023	н/опр.	0,05	6,4	0,004	н/опр.	1,6	2,0	0,00735	н/опр.	0,27
	Be	0,3	0,0001	н/опр.	0,45	0,17	0,00005	н/опр.	3,4	0,15	н/обн.	н/опр.	—	н/опр.	н/опр.	н/опр.	—
	P	32,35	0,07	н/опр.	0,46	56,6	0,047	н/опр.	1,2	н/опр.	н/обн.	н/опр.	—	2,6	н/опр.	н/опр.	—
	Ba	12,5	0,044	н/опр.	0,28	9,8	0,038	н/опр.	0,26	5,4	1,0	н/опр.	0,005	н/опр.	0,0037	н/опр.	—
	Sr	2,1	0,024	н/опр.	0,09	10,0	0,04	н/опр.	0,25	1,0	0,2	н/опр.	0,005	н/опр.	0,008	н/опр.	—
	Sn	следы	н/обн.	н/опр.	—	0,0003	н/обн.	н/опр.	—	н/обн.	н/обн.	н/опр.	—	н/опр.	н/обн.	н/опр.	—
	Co	н/обн.	н/обн.	н/обн.	—	н/обн.	0,0005	0,0002	—	0,8	н/обн.	н/опр.	—	н/обн.	н/обн.	н/опр.	—
	V	н/обн.	н/обн.	н/опр.	—	н/обн.	н/обн.	н/опр.	—	2,5	н/обн.	н/опр.	—	н/опр.	0,001	н/опр.	—
	As	н/обн.	0,01	н/опр.	—	н/опр.	0,005	н/опр.	—	н/опр.	0,0075	н/опр.	—	н/опр.	н/опр.	н/опр.	—
B	н/опр.	н/опр.	н/опр.	—	н/опр.	н/опр.	н/опр.	—	н/опр.	н/опр.	0,0004	—	н/опр.	н/опр.	н/опр.	—	

Примечание. Содержание микрокомпонентов в водах в мг/л, в торфах в процентах

Таблица 2

Сравнение содержания микрокомпонентов в различных типах торфа в зависимости от степени разложения торфа

Название месторождения, № профиля (точки, интервал опробования по глубине, м)	Тип торфа	Содержание микрокомпонентов в %										
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	Степень разло- жения торфа, %	Pb	Cu	Ni	Cr	V	Mn	Ti	Ba	Sr	Zr
T2/2 0,5-1,0	0	30	—	0,003	—	—	—	0,1	0,003	—	—	0,01
T2/4 1,0-1,5	0	30	—	0,001	—	—	—	0,1	0,003	—	—	—
T2/4 1,5-2,0	0	30	—	0,001	—	—	—	0,03	сл.	—	—	—
T3/2 1,0-1,5	0	30	—	0,001	—	—	—	0,03	0,001	—	—	—
T2/4 0-0,5	Д	30	—	0,001	—	—	—	0,03	0,003	—	—	—
T2/5 0-0,5	Д	30	—	0,001	—	сл.	—	0,3	0,006	—	0,01	0,01
B/15 0-0,5	С	30	—	0,001	0,001	—	—	0,01	0,006	0,01	—	—
B/15 1,5-2,0	С	30	—	0,001	—	0,006	0,006	0,1	0,6	0,1	0,03	0,06
B/15 2,0-2,5	С	30	—	0,001	—	—	—	0,01	0,006	0,03	0,01	—
B/15 2,5-3,0	С	30	—	0,001	0,001	—	—	0,03	0,006	0,03	0,03	—
B/15 4,0-4,5	С	30	—	0,0005	0,001	—	—	0,06	0,03	0,03	0,1	0,01
T1/1 1-1,5	0	35	0,0001	0,003	—	0,003	0,003	0,1	0,03	—	—	0,01
T1/2 0-0,5	0	35	—	0,001	—	—	—	0,1	0,006	—	—	—
T2/2 1,0-1,5	0	35	—	0,001	—	сл.	0,003	0,06	0,006	—	—	0,01
T3-2 1,5-2,0	0	35	—	0,001	—	сл.	—	0,06	0,001	—	—	0,01
T3/3 0,5-1,0	0	35	—	0,001	сл.	—	—	0,06	0,003	—	0,01	—
T3/3 1,0-1,5	0	35	—	0,001	—	сл.	—	0,06	0,006	—	0,01	—
T3/3 1,5-2,0	0	35	—	0,001	—	сл.	—	0,03	0,003	—	0,01	0,01
T3/4 1,5-2,0	0	35	—	0,001	—	сл.	—	0,03	0,001	—	—	—

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T1/2 1-1,5	Д	35	—	0,003	сл.	сл.	—	0,1	0,01	—	0,01	0,01
T2/5 1,0-1,5	Д	35	—	0,003	сл.	0,001	—	1,0	0,01	—	0,01	0,01
T3/1 0,5-1,5	Д	35	—	0,001	—	0,003	—	0,006	0,006	—	—	—
T1/2 1,5-2,0	Д	40	сл.	0,003	—	0,006	0,003	—	—	—	—	—
T2/2 1,5-2,0	О	45	—	0,003	0,001	0,001	0,003	0,3	0,01	—	—	0,03
T2/3 0-0,5	О	45	—	0,001	—	—	—	0,06	0,006	—	—	—
T3/4 2,0-2,5	Д	45	—	0,001	сл.	сл.	—	0,1	0,01	0,03	—	0,01
T3/4 2,5-3,0	Д	45	—	0,001	сл.	сл.	—	0,06	0,006	0,01	—	0,01
T1/3 0-0,5	Д	50	—	0,001	—	—	—	0,1	0,006	0,01	—	0,01
T1/3 1,0-1,5	Д	50	—	0,003	0,001	0,003	0,006	0,06	0,03	—	—	0,01
T3/5 0-0,5	Д	50	—	0,001	сл.	0,001	—	0,06	0,01	0,01	0,03	0,01
T3/5 1-1,5	Д	50	—	0,001	0,001	сл.	—	0,1	0,01	0,06	0,03	0,01
T3/5 1,5-2,0	Д	50	—	0,001	—	сл.	—	0,03	0,006	—	0,01	—
T3/5 2,0-2,5	Д	50	—	0,001	—	сл.	—	0,03	0,01	—	0,01	0,01
T2/3 0,5-1,0	О	55	—	0,001	—	сл.	—	0,06	0,01	—	—	—

Примечание: Т—Таганское торфяное месторождение.
 В—с-в часть Васюганского торфяного месторождения.

О—осоковый торф.
 Д—древесный торф.
 С—сфагновый торф.

Ботанический состав торфа определен сотрудником Томского университета Г. Т. Яслопольской.

При определении в торфах Обского месторождения по методике Я. В. Пейве (1959) количеств микрокомпонентов, усвояемых растениями, установлено, что на данном месторождении в сравнительно повышенных количествах встречается марганец (табл. 3).

В юго-восточной части Васюганья были рекогносцировочно обследованы низинные и верховые болотные массивы. Гидрогеологические особенности их к настоящему времени слабо выяснены. Гидрогеохимические условия этих типов болот отличаются в значительной степени и поэтому описываются ниже отдельно.

Для низинных болот характерны (табл. 1) слабокислая среда ($\text{pH} \sim 6,5$), гидрокарбонатно-кальциевый состав вод при общей минерализации около 100 мг/л ; окисляемость в среднем составляет $\sim 23 \text{ мг O}_2/\text{л}$, содержание свободной $\text{CO}_2 \sim 20 \text{ мг/л}$. В водах обнаружен большой комплекс микрокомпонентов. Среднее содержание большинства элементов в воде составляет единицы и десятые доли мкг/л ; наибольшие величины отмечены для марганца — сотни микрограмм на литр. Для торфов характерно низкое содержание цинка, свинца, серебра, меди, ванадия; некоторое повышение отмечается для марганца и кобальта. Определение в торфах количеств микрокомпонентов, усвояемых растениями, показало, что в них содержится усвояемого марганца $0,02\text{—}0,03\%$ и усвояемых цинка и меди — $0,0002\text{—}0,0005\%$ (табл. 1). Исследование зависимости валового содержания микрокомпонентов от ботанического состава торфа показало, что в осоковых торфах многие элементы содержатся в несколько больших количествах, чем в сфагновых и гипновых. Объяснить это можно, большей степенью разложения осоковых торфяников. При одинаковом же проценте разложения сфагновые торфа содержат равные или даже несколько большие количества микрокомпонентов (табл. 2). Для выяснения этого вопроса необходимо провести специальные экспериментальные исследования.

Анализируя качественный состав микро- и макрокомпонентов и их количество в водах низинных торфяников юго-восточной части Васюганья, можно легко заметить одну из характернейших особенностей этих болот. Заключается она в том, что химический состав торфяных вод этих месторождений является промежуточным между составом вод типичных верховых и низинных массивов (табл. 1). Как известно, в настоящее время общепринятой является точка зрения, что верховые болота питаются водами атмосферных осадков, а низинные — грунтовыми водами. Между тем гидрогеохимическое и гидрогеологическое изучение низинников юго-востока Васюганья позволяет сделать заключение, что питание их осуществляется главным образом за счет атмосферных осадков. Кроме результатов химического анализа вод, этот вывод подтверждают данные по геологическому строению района. Низинный торф здесь залегает на выдержанных по площади глинах мощностью до 40 м . Глины содержат значительное количество конкреций минеральных солей, главным образом кальция, на что указывал в свое время А. Я. Бронзов (1930). В этих условиях формирование васюганских низинных торфов может происходить за счет избыточного увлажнения территории атмосферными осадками и обогащения вод минеральными веществами при растворении заключенных в глинах конкреций. Для подтверждения этого вывода в проблемной геологической лаборатории ТПИ поставлены эксперименты и получены первые положительные результаты. Окончательное решение этого вопроса представляет значительный практический интерес, так как освоить торфяники, питающиеся атмосферными осадками, значительно легче, чем залежи с грунтовым питанием.

С другой стороны, на севере Васюганья и в пределах района широтного течения р. Оби к настоящему времени выявлены значитель-

Содержание микроэлементов, усвояемых растениями в торфах Томской области*

Тип месторождения и его местоположение	Содержание микрокомпонентов в % (верхний и нижний предел)						
	Cu	Zn	Mo	Mn	Co	B	
Обское болото, низинная залежь	$7 \cdot 10^{-4}$ —	$1,20 \cdot 10^{-4}$ —	$3,8 \cdot 10^{-4}$ —	$1,8 \cdot 10^{-2}$ —	$4,5 \cdot 10^{-4}$ —	$2,4 \cdot 10^{-4}$ —	
	— $1,4 \cdot 10^{-5}$	— $5,0 \cdot 10^{-5}$	— $5,0 \cdot 10^{-5}$	— $5,0 \cdot 10^{-3}$	— $5,0 \cdot 10^{-5}$	— $1,2 \cdot 10^{-4}$	
Б. Таганское болото низинное	$6,0 \cdot 10^{-4}$ —	$1,8 \cdot 10^{-3}$ —	не опр.	$2,4 \cdot 10^{-2}$ —	не обн.	не опр.	
	— $5,0 \cdot 10^{-5}$	— $5,0 \cdot 10^{-5}$		— $8,0 \cdot 10^{-3}$			
Васюганское болото (низинное)	не опр.	не опр.	не опр.	$2,8 \cdot 10^{-2}$ —	$7,5 \cdot 10^{-4}$ —	не опр.	
				— $1,3 \cdot 10^{-2}$	—		
Васюганское болото (верховое)				$3,4 \cdot 10^{-2}$ —	не обн.		
				— $1,3 \cdot 10^{-2}$			

* Анализы проводили по методике Я. В. Пейве.

ные по площади верховые болотные массивы, которые питаются преимущественно грунтовыми водами. Освоение таких торфяников будет представлять значительные трудности. Поэтому оконтуривание их, т. е. верховиков с преимущественным грунтовым питанием, на местности несомненно представляет значительный интерес. Формирование этих типов залежей, как показывают результаты гидрогеохимических исследований, обусловлено низкой минерализацией грунтовых вод в этих районах. Величина последней в ряде случаев лишь немного превышает общую минерализацию атмосферных осадков, что можно объяснить значительной промытостью песчаных отложений ледникового флювиогляциального происхождения. Таким образом, в пределах центральной части Западно-Сибирской низменности формирование болотных массивов в значительной степени отличается от подобного процесса в Европейской части СССР.

Верховые болота Васюганья характеризуются кислой реакцией вод (рН 3,5—4,3), очень малой их общей минерализацией (~ 20 мг), л, несколько повышенной окисляемостью и повышенными количествами свободной CO_2 в воде. Торфа этих болот содержат в сравнении с низинниками Васюганья несколько большие количества меди, титана, свинца; вместе с тем они бедны марганцем, стронцием. В торфах верховых болот содержание некоторых усвояемых растениями микрокомпонентов находится в тесной связи со степенью их разложения. Так, в осоковом торфе при более значительном проценте разложения содержание усвояемых растениями марганца и меди в 2—3 раза выше, чем в сфагновом. При рассмотрении микрокомпонентного состава вод этих болот (табл. 1) можно отметить пониженное содержание в них серебра и титана, что, возможно, связано с низким значением рН, которое отрицательно сказывается на растворимости их комплексных органических соединений.

Суммируя изложенные выше данные, можно отметить некоторые общие черты в химическом составе вод обследованных болотных массивов. Характерной особенностью их прежде всего является увеличение общей минерализации воды при переходе от верховых болот к пойменным низинам за счет роста содержания кальция, магния и гидрокарбонат-иона. В том же направлении возрастает и рН вод; окисляемость, содержания свободной CO_2 и иона NH_4 обнаруживают противоположную тенденцию — увеличение по мере перехода от низинных болот к верховым; существенных изменений в содержании хлор-иона и суммы ионов натрия и калия не отмечается. Характерным является низкое содержание сульфат-иона (менее 4 мг/л).

Количество большинства микрокомпонентов в торфах, исключая марганец, как общее, так и усвояемое растениями в целом невелико.

Изложенные в настоящем сообщении данные следует рассматривать лишь как одну из первых попыток получения сведений о микрокомпонентах вод и торфов болотных массивов Западно-Сибирской низменности. Исследования в этом направлении, безусловно, необходимо продолжать, так как без учета микрокомпонентов нельзя качественно оценивать торф как удобрение.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Я. Бронзов. Верховые болота Нарымского края (бассейн р. Васюган). 1930.
2. Т. В. Дроздова, С. М. Манская. Геохимия органического вещества. 1964.
3. Я. В. Пейве. Методические указания по определению микроэлементов в почвах и растениях. 1959.